

## Treatment and treatment unit using therapeutic pressure waves produced by source

**Patent number:** DE19512956  
**Publication date:** 1996-10-17  
**Inventor:** HAGELAUER ULRICH DR (CH); STOETZNER NORBERT (DE)  
**Applicant:** STORZ MEDICAL AG (CH)  
**Classification:**  
- **international:** A61B6/02; A61B17/225  
- **european:** A61B6/12; A61B17/22B6; A61B17/22B12  
**Application number:** DE19951012956 19950410  
**Priority number(s):** DE19951012956 19950410

### Abstract of DE19512956

The spatial position of the pressure wave source relative to the image producing X ray system is determined with a non-contact working measuring system. The region to be treated can be marked on the X ray image and therewith its position can be determined relative to one with projected marking. The positional data and the image position are processed in a computer, to determine the spatial position of the treatment region. The positional data and the image position are processed in real time, in order to control a graphic indication. Which indicates to the user the position of the pressure wave focus and the treatment region relative to each other, and/or that from this data is computed according to a specified criterion. Whether the pressure wave focus and the treatment region coincide. In order to produce a control signal, which activates an acoustic or an optical signal, or acts on a braking unit, for the holding arm of the pressure wave source.

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

***This Page Blank (uspto)***



DE 195 12 956 C 2

18 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 Patentschrift  
10 DE 195 12 956 C 2

51 Int. Cl.<sup>7</sup>:  
A 61 B 6/02  
A 61 B 17/225

21 Aktenzeichen: 195 12 956.3-35  
22 Anmeldetag: 10. 4. 1995  
43 Offenlegungstag: 17. 10. 1996  
45 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 5. 7. 2001

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:  
Storz Medical AG, Kreuzlingen, CH

74 Vertreter:  
Dr. Münich & Kollegen, 80689 München

72 Erfinder:  
Hagelauer, Ulrich, Dr., Bottighofen, CH; Stötzner,  
Norbert, 88677 Markdorf, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

DE 41 12 148 A1  
DE 90 17 443 U1

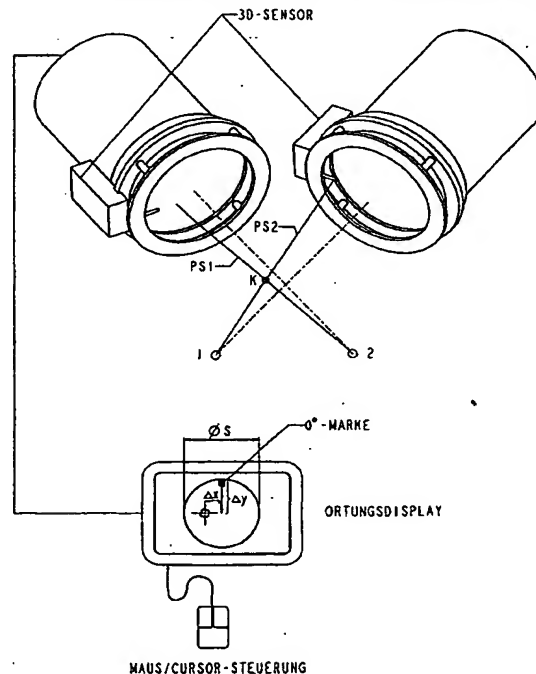
54 Vorrichtung zur Lageerfassung mittels Röntgenstrahlen in einem therapeutischen Druckwellengerät

57 Vorrichtung zur Behandlung von Körperregionen, wie einem Konkrement etc. mit therapeutischen Druckwellen, mit

- einer Quelle zur Druckwellenerzeugung, die extrakorporal angeordnet ist,
- einer flüssigkeitsgefüllten Koppelmembran zur Übertragung der Druckwellen,
- einem Röntgensystem, das eine mitprojizierte Marke aufweist, und
- einem Meßsystem, das berührungslos arbeitet, und das die räumliche Position der Druckwellenquelle und des Röntgensystems erfaßt,

dadurch gekennzeichnet, daß die Druckwellenquelle an einem Haltearm frei beweglich und bremsbar aufgehängt und zur Positionierung auf die zu behandelnde Körperregion einstellbar ist,

daß das Röntgensystem derart ausgebildet ist, daß es unabhängig von der Druckwellenquelle positionierbar ist, so daß es die Aufnahme von zwei Röntgenbildern der zu behandelnden Körperregion des Konkrements mit zwei beliebigen Röntgenprojektionen ohne Positionierung des Körpers zwischen den Röntgenaufnahmen erlaubt, daß eine Eingabeeinrichtung vorgesehen ist, die die Markierung der zu behandelnden Körperregion auf jedem der beiden aufgenommenen Röntgenbilder erlaubt, und daß ein Rechner vorgesehen ist, der aus der Lage der mit der Eingabeeinrichtung vorgenommenen Markierungen relativ zu den mitprojizierten Marken in den beiden Röntgenbildern, und den von dem Meßsystem gelieferten Positionsdaten der Röntgenquelle bei den beiden Aufnahmen die räumliche Lage des Konkrements berechnet, und an dem die von dem Meßsystem gelieferten Positionsdaten der Druckwellenquelle anliegen, so daß der Rechner ein Steuersignal oder eine graphische Anzeige zur Positionierung der Druckwellenquelle erzeugt.



DE 195 12 956 C 2

## Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung zur Behandlung von Körperregionen, wie einem Konkrement etc. gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Eine derartige Vorrichtung ist aus der DE 41 12 148 A1 bekannt, bei der das Röntgensystem derart ausgebildet und angeordnet ist, daß der Zentralstrahl in zwei Positionen den Fokus der Stoßwellen durchsetzt.

Bei diesem Gerät wird Röntgensystem und die therapeutische Energiequelle mechanisch gekoppelt, um eine räumliche Zuordnung zu erhalten. So sind bei Lithotriptoren Anordnungen bekannt, bei denen das Röntgensystem eine isozentrische Drehbewegung durchführt, und bei denen das Konkrement in zwei Durchleuchtungsrichtungen jeweils auf eine durch röntgenschattegebende Kreuze definierte Mittelachse verschoben werden muß, um es auf das Isozentrum zu positionieren. Die therapeutische Energiequelle wird so angeordnet, daß sich ihr Wirkungsmaximum und das Isozentrum decken.

Aufwand und Kosten für diese Kopplung steigen mit der Anzahl von Freiheitsgraden für die Röntgenachsen, sowie der geforderten Genauigkeit. Für die Behandlung ergeben sich Einschränkungen, da sich die Druckwellenquelle und die Komponenten des Röntgensystems aufgrund ihrer gegenseitigen Bewegungsbehinderung nicht so frei bewegen lassen, wie es im Interesse einer freien Wahl der Durchleuchtungsrichtung und der Einkoppelungsrichtung für die Druckwellen wünschenswert ist.

Eine weitgehend ähnliche Vorrichtung ist aus dem DE-GM 90 17 443.7 bekannt. Bei dieser Vorrichtung ist das Röntgensystem an einem C-Bogen angebracht, so daß es isozentrische Aufnahmen liefert.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 derart weiterzubilden, daß weder eine Koppelung zwischen dem Röntgensystem und der Stoß- bzw. Druckwellenquelle erforderlich ist, noch bestimmte Bedingungen bei den Röntgenaufnahmen eingehalten werden müssen.

Eine erfindungsgemäße Lösung dieser Aufgabe ist im Patentanspruch 1 angegeben. Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der Ansprüche 2 folgende.

Die Erfindung wird nachstehend anhand der Zeichnung näher beschrieben, deren Abb. 1 bis 4 Ausführungsbeispiele der Erfindung zeigen:

Allen Ausführungsbeispielen ist gemeinsam, daß eine 3D-Positionserfassung erfolgt. Hierbei wird die räumliche Lage des Konkrements mit Hilfe von zwei beliebigen Röntgenprojektionen erfaßt. Im Gegensatz zu der oben beschriebenen Vorgehensweise erfolgt in den beiden Projektionen keine Positionierung des Patienten. Vielmehr wird die Lage des Röntgenbildes auf dem Bildverstärker-Eingangsfenster (Bildlage), sowie die räumliche Lage des Bildverstärkers selbst oder eines mit ihm verbundenen Teils einschließlich der Röntgenröhre (Positionsdaten), erfaßt. Ist weiter die Position des Brennflecks im Bezug auf das Bildverstärker-Eingangsfenster bekannt, so läßt sich aus diesen Informationen die räumliche Lage der Behandlungsregion ermitteln (Abb. 1).

Der erfindungsgemäße Vorteil dieser Anordnung liegt einmal in der freien Wahl der Durchleuchtungsrichtungen und damit einer verbesserten Darstellung der zu behandelnden Körperregion bei gleichzeitiger Reduktion der Strahlungsdosis, da der Patient nicht unter Durchleuchtung verschoben werden muß. Zum andern läßt sich die therapeutische Energiequelle frei bewegen und damit optimal auf die Behandlungsregion ausrichten. Hierzu wird die therapeutische Energiequelle an einem frei beweglichen und bremsba-

ren Haltearm aufgehängt. Nach erfolgter Ausrichtung wird die Aufhängung durch Bremsen arretiert und die Behandlung eingeleitet (Abb. 2).

Die Positionierung des Druckwellensystems kann z. B. mit Hilfe einer Bildschirmanzeige erfolgen, auf der Behandlungsregion und Fokus symbolisch dargestellt werden (Positionierdisplay, s. Abb. 4). Die Bildlage- und Positionsdaten werden in Echtzeit verarbeitet, so daß der Benutzer ständig die Relativposition von Behandlungsregion und Druckwellenquelle erkennen und somit eine Positionierung vornehmen kann. Gelangt die Behandlungsregion in einen vordefinierten Abstand vom Fokus der Druckwellenquelle, so wird ein optisches oder akustisches Signal ausgelöst. Ebenso kann dieses Signal dazu benutzt werden, die Bremsen der Aufhängung zu arretieren.

Für die Datenverarbeitung wird vorzugsweise ein Kleinrechner (PC) verwendet, der über die entsprechenden Anschlüsse für das Einlesen der Bilddaten (frame grabber) und das Erfassen der Positionsdaten verfügt. In der Abb. 4 ist die Anordnung mit einem Röntgen C-Bogen gezeigt, wobei auch jede andere Röntgenanlage einsetzbar ist, sofern sie die erforderlichen Bewegungsfreiheitsgrade aufweist.

Eine andere Möglichkeit der Anzeige besteht darin, das digital gespeicherte Röntgenbild auf dem Bildschirm relativ zu einer feststehenden Fokusmarke entsprechend der gemessenen Position der Druckwellenquelle zu verschieben. Hierdurch wird der bekannte fluoroskopiegestützte Positionierungsvorgang simuliert und die Bedienung vereinfacht. Eine weitere Anzeigemöglichkeit besteht in einer stereoskopischen Darstellung der aus zwei oder mehreren Projektionsrichtungen erhaltenen Röntgenbilder. Der dargestellte Bereich kann zusätzlich in der Anzeige räumlich hin- und hergedreht werden, um den stereoskopischen Bildeindruck zu unterstützen.

Falls die beiden Röntgenprojektionen in zeitlichem Abstand gewonnen werden, ist eine Verschiebung der Behandlungsregion, z. B. durch Atmung, zu berücksichtigen. Dabei ist es von Vorteil, wenn sich die Position kurz vor der Behandlung nochmals kontrollieren läßt. Für Lithotriptoren besitzt hierfür eine Druckwellenquelle, wie sie in der DE 38 35 318 beschrieben ist, Vorteile. Sie weist ein zentrales Durchtrittsfenster auf, durch das eine Kontrollaufnahme leicht möglich ist. Vorteilhafterweise läßt sich diese Quelle mit einer röntgenschattegebenden Struktur kombinieren, die unabhängig von der Lage des Brennflecks eine Figur liefert, mit der sich die Position des Steins relativ zur Stoßwellenachse kontrollieren läßt. Eine solche Anordnung ist in der Europäischen Anmeldung 92 908 737.7 beschrieben.

Für eine Bestimmung der räumlichen Lage der Behandlungsregion werden zwei Röntgenprojektionen mit 20 bis 30 Grad Winkeldifferenz benötigt. Jede Projektion liefert einen "Peilstrahl" (PS1 und PS2 in Abb. 1), der die gedachte Verbindungslinie zwischen Brennfleck und dem Bildort der Behandlungsregion auf dem BV-Eingangsfenster darstellt. Der räumliche Schnittpunkt K der zwei Peilstrahlen legt die räumliche Lage der Behandlungsregion fest (Abb. 1).

Zur Ermittlung der Bildlage auf dem Bildverstärker-Eingangsfenster wird eine röntgenschattegebende Marke in den Strahlengang gebracht, die einen Größen- und Winkelmaßstab darstellt. Eine Möglichkeit hierfür ist ein Ring mit Durchmesser S und einer 0-Grad-Marke (Skalierungsring, s. Abb. 3). Der Ring wird vor dem Bildverstärker oder an der Mechanik des Röntgensystems, jedenfalls innerhalb des Röntgen-Strahlengangs angebracht, z. B. so, daß die Mittelsenkrechte durch den Brennfleck verläuft. Für die spätere Berechnung der Peilstrahlen wird der bekannte Abstand des Rings vom Brennfleck der Röntgenröhre eingesetzt.

Anstelle des Rings läßt sich auch eine vieleckige Anord-

nung, ein Gitter oder jede andere Struktur als Skalierungsmarke einsetzen, die in eindeutiger Weise die Lage der Behandlungsregion bzw. seines Röntgenschnitts in der Ebene der Marke angeben.

Behandlungsregion und Skalierungsmarke werden miteinander maßstäblich abgebildet (unter Vernachlässigung der Wölbung des BV-Eingangsfensters, Verzeichnungen durch die W-Kette etc.), so daß sich die Lage der Behandlungsregion in der Ebene der Skalierungsmarke im Röntgenbild ausmessen läßt. Hierzu wird die Position der Behandlungsregion am Monitor, z. B. mittels Maus-/Cursorsteuerung, mit einem Lichtgriffel oder mit einem auf Fingerberührung reagierenden Bildschirm (touch-screen) vom Benutzer festgelegt (Abstände  $dx$  und  $dy$  in Abb. 1).

Um  $dx$  und  $dy$  in absoluten Werten zu erhalten, müssen der Ringdurchmesser  $S$  und die Rotationslage der Umfangsmarke bekannt sein. Die beiden Werte lassen sich manuell eingeben oder mit Mitteln der digitalen Bildverarbeitung automatisch erfassen.

Die räumliche Position des Rings wird über ein an ihm befestigtes Sensorsystem ermittelt. Hierzu lassen sich verschiedene in der Technik bekannte Meßverfahren einsetzen. Z. B. werden Magnetfeldsensoren benutzt, die das von einem Geber erzeugte Magnetfeld messen, um daraus die drei translatorischen und rotatorischen Lagegrößen zu ermitteln, wobei der Geber ortsfest ist und je ein Sensor an Druckwellenquelle und Röntgensystem befestigt werden (Abb. 2). Ebenfalls möglich ist eine Anordnung, bei der ein Meßsystem aus einem Geber und nur einem Sensor verwendet wird, die jeweils an der Druckwellenquelle und am Röntgensystem befestigt werden. Zur Erhöhung der Funktionssicherheit kann ein zusätzlicher Magnetfeldsensor (Referenzsensor) in festem und bekanntem Abstand zum Geber befestigt werden, um die Verfälschung des Meßergebnisses durch metallische Objekte zu erfassen, und um damit das Meßergebnis zu korrigieren oder ein Fehlersignal auszulösen.

Als weitere technische Lösung zur Positionsbestimmung sind optische Meßverfahren bekannt. Das Prinzip besteht darin, zur Erfassung der Position optische Sensoren zu verwenden, welche die Lage von Lichtquellen erfassen, die am Röntgensystem und an der Druckwellenquelle befestigt sind. Die Lage der Lichtquellen wird mit elektro-optischen Zeilen- oder Flächendetektoren (CCD-Kameras) bestimmt, und aus der Lage und Entfernung der Bildpunkte der Lichtquellen deren räumliche Lage errechnet.

#### Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Behandlung von Körperregionen, wie einem Konkrement etc. mit therapeutischen Druckwellen, mit

- einer Quelle zur Druckwellenerzeugung, die extrakorporal angeordnet ist,
- einer flüssigkeitsgefüllten Koppelmembran zur Übertragung der Druckwellen,
- einem Röntgensystem, das eine mitprojizierte Marke aufweist, und
- einem Meßsystem, das berührungslos arbeitet, und das die räumliche Position der Druckwellenquelle und des Röntgensystems erfaßt,

**dadurch gekennzeichnet**, daß die Druckwellenquelle an einem Haltearm frei beweglich und bremsbar aufgehängt und zur Positionierung auf die zu behandelnde Körperregion einstellbar ist, daß das Röntgensystem derart ausgebildet ist, daß es unabhängig von der Druckwellenquelle positionierbar ist, so daß es die Aufnahme von zwei Röntgenbildern

der zu behandelnden Körperregion des Konkrements mit zwei beliebigen Röntgenprojektionen ohne Positionierung des Körpers zwischen den Röntgenaufnahmen erlaubt,

daß eine Eingabeeinrichtung vorgesehen ist, die die Markierung der zu behandelnden Körperregion auf jedem der beiden aufgenommenen Röntgenbilder erlaubt, und

daß ein Rechner vorgesehen ist, der aus der Lage der mit der Eingabeeinrichtung vorgenommenen Markierungen relativ zu den mitprojizierten Marken in den beiden Röntgenbildern, und den von dem Meßsystem gelieferten Positionsdaten der Röntgenquelle bei den beiden Aufnahmen die räumliche Lage des Konkrements berechnet, und an dem die von dem Meßsystem gelieferten Positionsdaten der Druckwellenquelle anliegen, so daß der Rechner ein Steuersignal oder eine graphische Anzeige zur Positionierung der Druckwellenquelle erzeugt.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Steuersignal ein akustisches oder optisches Signal für eine Bedienungsperson erzeugt, und/oder daß das Steuersignal auf eine Bremsvorrichtung für den Haltearm der Druckwellenquelle wirkt.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Rechner die Positionsdaten und die Bildlage in Echtzeit verarbeitet, und eine graphische Anzeige steuert, die die Lage des Druckwellenfokus und der Behandlungsregion relativ zueinander anzeigt.

4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das berührungslos arbeitende Meßsystem Magnetfeldsensoren zur Erfassung der relativen Lage von Druckwellenquelle und Röntgensystem zueinander aufweist, die das von einem ortsfesten Geber erzeugte Magnetfeld messen, um daraus die drei translatorischen und rotatorischen Lagegrößen zu ermitteln, wobei Sensoren an der Druckwellenquelle und dem Röntgensystem befestigt sind.

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das berührungslos arbeitende Meßsystem Magnetfeldsensoren zur Erfassung der relativen Lage von Druckwellenquelle und Röntgensystem zueinander aufweist, die aus einem Geber und Sensoren bestehen, die an der Druckwellenquelle und am Röntgensystem befestigt sind.

6. Vorrichtung nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß ein zusätzlicher Magnetfeldsensor in fixem Abstand zum Geber befestigt ist, um die Verfälschung des Meßergebnisses durch metallische Objekte zu erfassen, und um das Meßergebnis zu korrigieren oder um ein Fehlersignal auszulösen.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Meßsystem optische Sensoren aufweist, die die Lage von Druckwellenquelle und Röntgensystem erfassen.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die optischen Sensoren die Lage von Lichtquellen erfassen, die am Röntgensystem und an der Druckwellenquelle befestigt sind.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die mitprojizierte Marke ein die Röntgenstrahlen schwächendes Muster ist, das innerhalb des Röntgenstrahlengangs derart befestigt ist, daß es gemeinsam mit der Behandlungsregion projiziert wird, so daß der Rechner Größe und Lage des Röntgenbildes in Bezug auf dieses Muster ermittelt.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet,

zeichnet, daß das Muster ein Ring mit einer Umfangs-  
marke, ein Vieleck oder ein Gitter ist.

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10,  
dadurch gekennzeichnet, daß die Eingabeeinrichtung  
eine Maus/Cursorsteuerung, einen Lichtgriffel oder ei- 5  
nen auf Fingerberührung reagierenden Bildschirm  
(touch-screen) zur Markierung der zu behandelnden  
Region auf einem Bildschirm aufweist.

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11,  
dadurch gekennzeichnet, daß der Rechner beim Errei- 10  
chen eines vorgegebenen räumlichen Abstands zwi-  
schen Druckwellenfokus und Behandlungsregion das  
Steuersignal erzeugt.

---

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

---

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

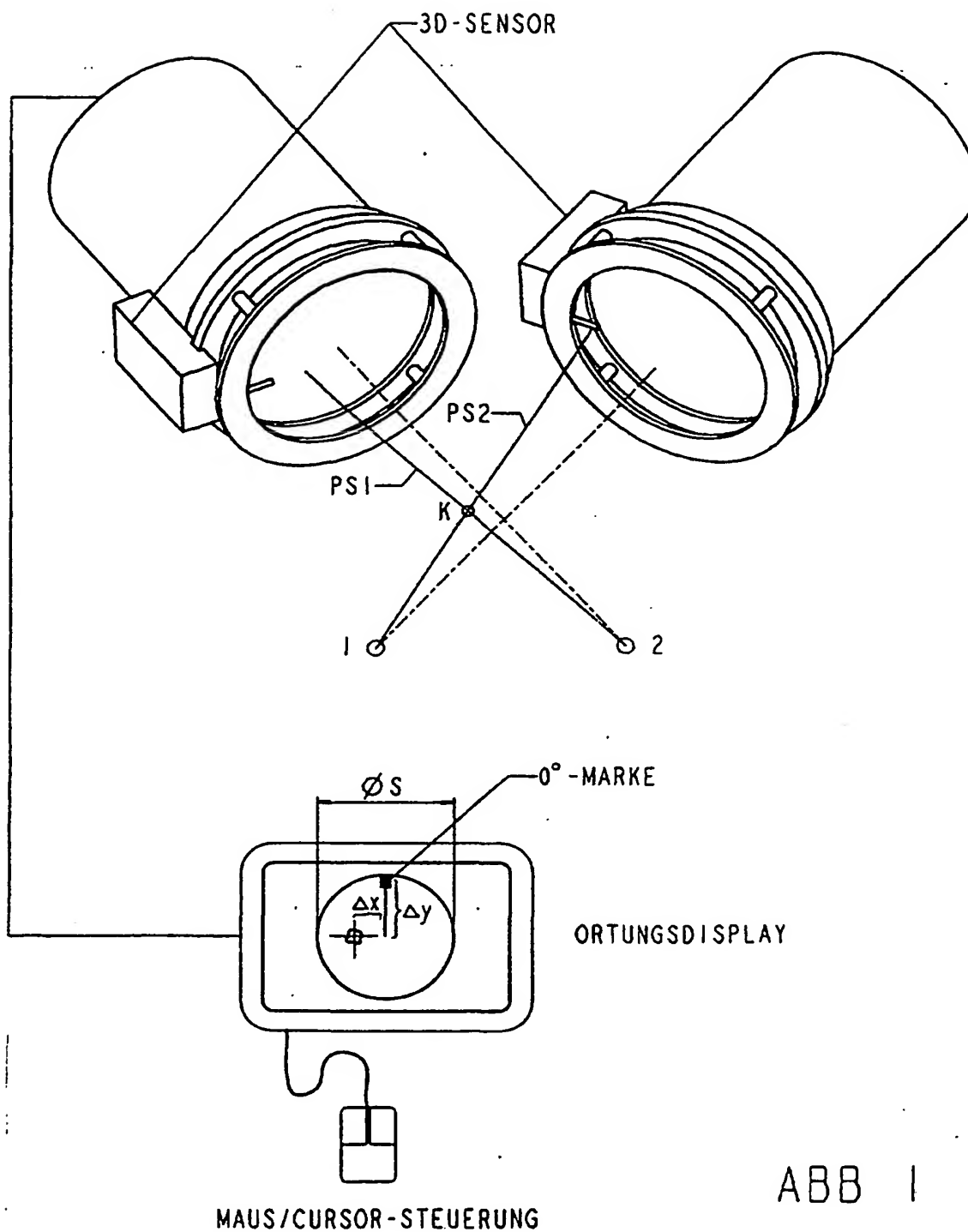
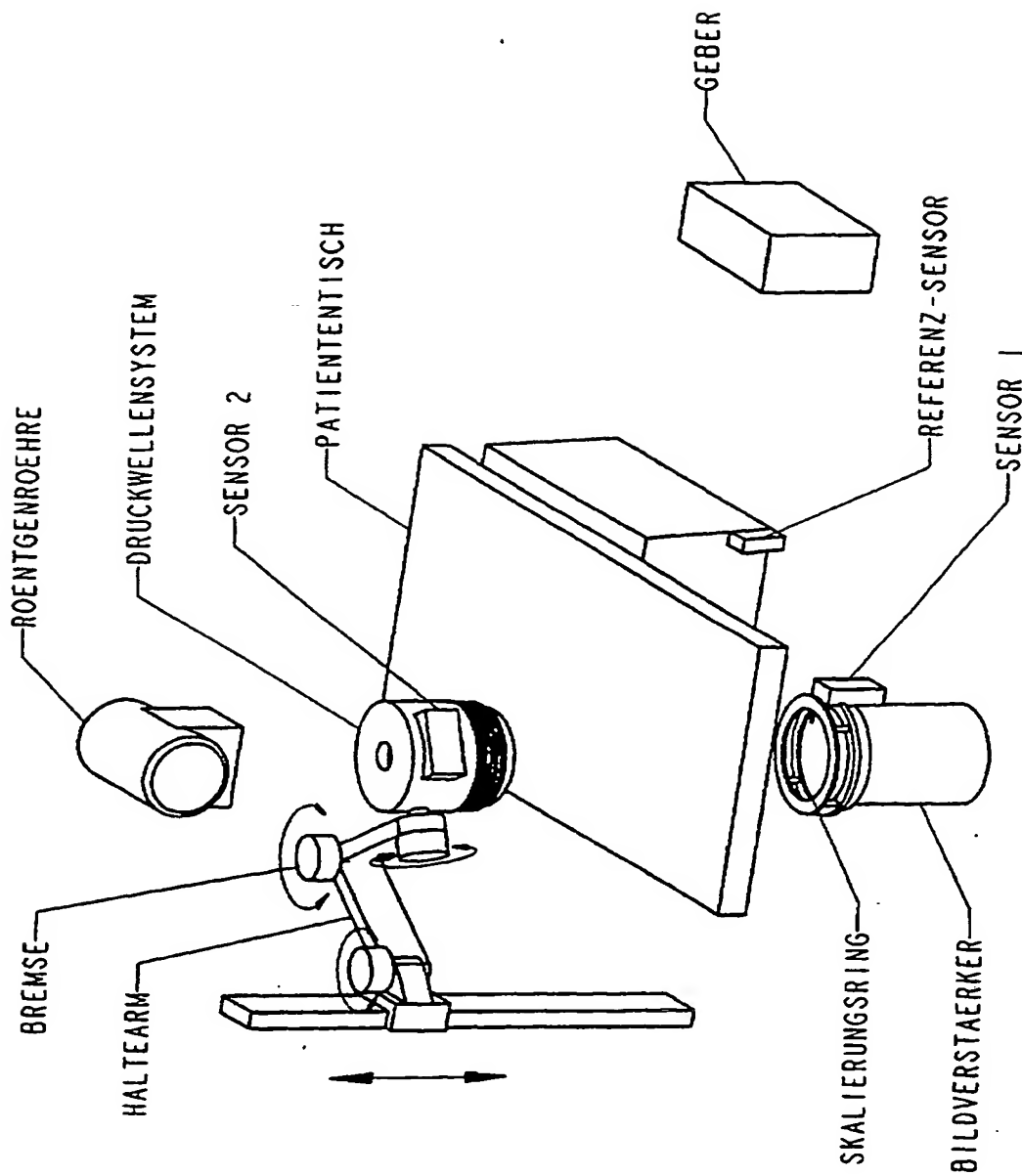


ABB 1

ABB 2





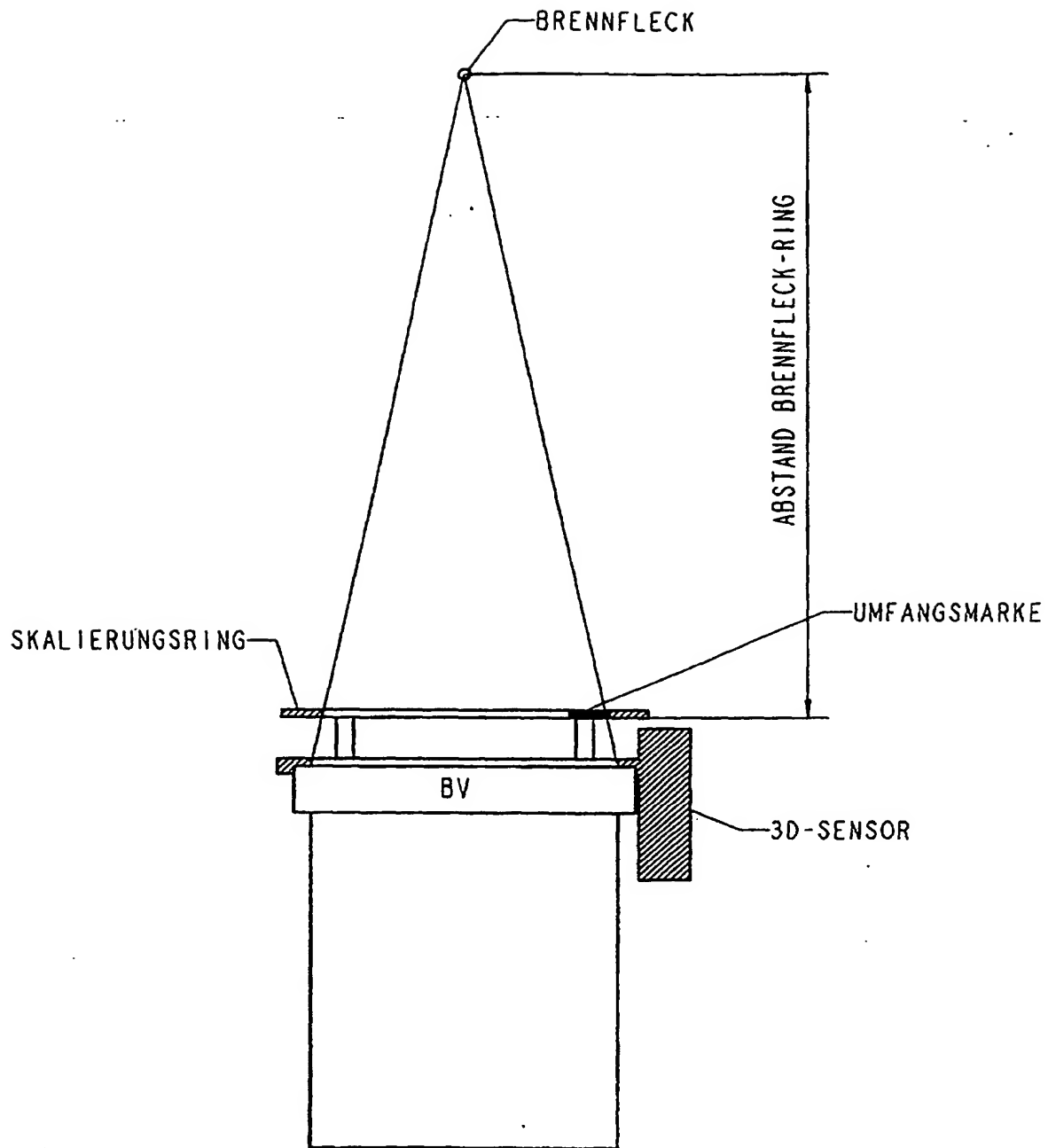


ABB 3

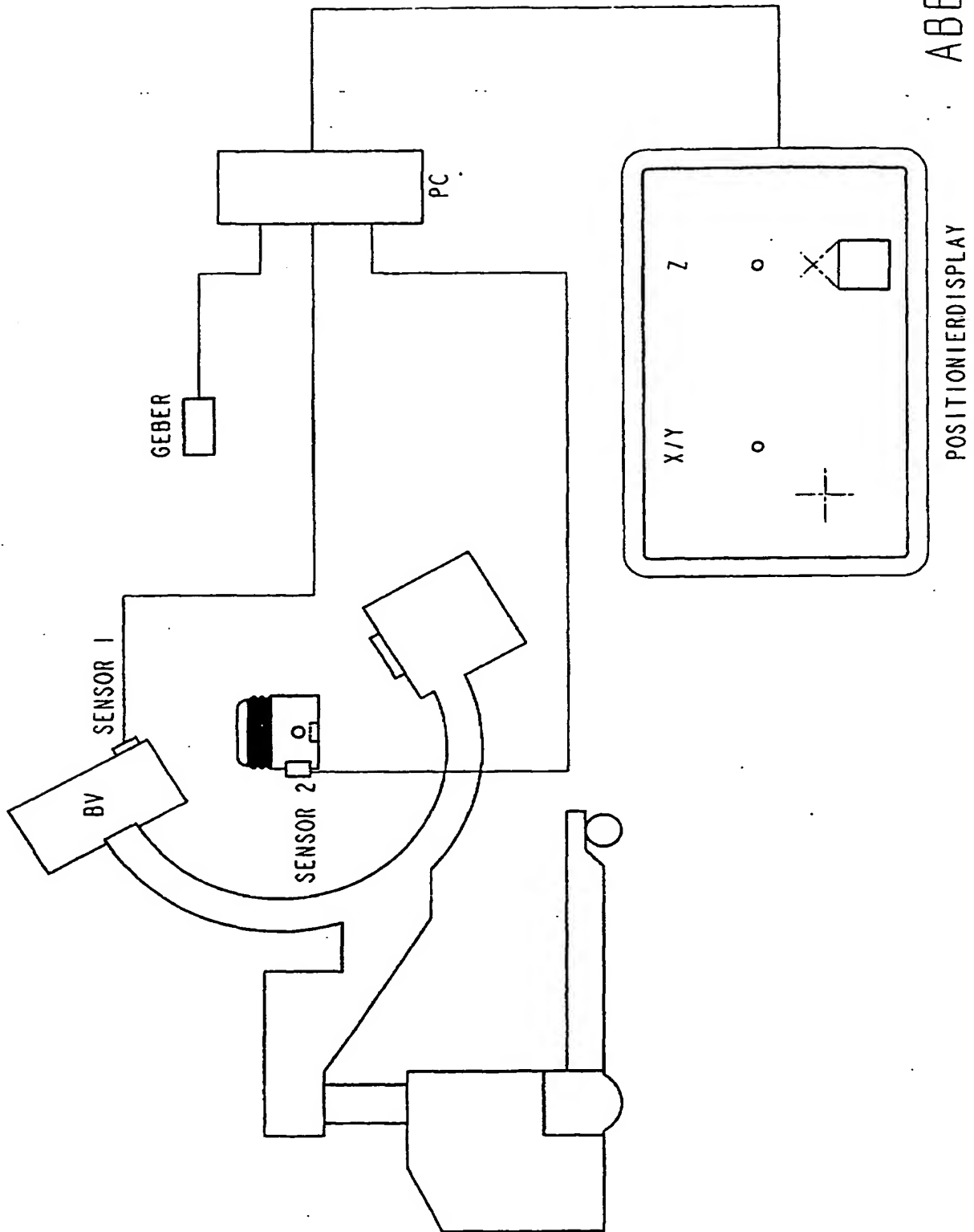


ABB 4